

SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

Patent Number: JP2001068732

Publication date: 2001-03-16

Inventor(s): KURAHASHI TAKANAO;; HOSOBANE HIROYUKI;; NAKATSU HIROSHI;; MURAKAMI TETSURO

Applicant(s): SHARP CORP

Requested Patent: JP2001068732

Application
Number: JP19990236619 19990824

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L33/00; H01S5/183

EC Classification:

Equivalents: SE0002543, TW469653

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a resonant cavity type LED, which has an excellent moisture resistance and does not exhibit light-output saturation even though a current is injected to several tens of mA, with high mass productivity.

SOLUTION: This is a semiconductor light-emitting element of a structure, wherein a resonator is formed of one group of multilayer reflective films 3 and 7 formed at a constant interval on a GaAs substrate 1 with the main surface slanted at an angle higher than 2 deg. from the face (100) to the orientation [011] and a luminous layer 5 is formed at the position of the loop of a standing wave in this resonator, and in the element, the film 3, which is formed on the side of the substrate 1, on one side of the films 3 and 7 is formed of a plurality of Al_xGa_{1-x}As ($0 \leq x \leq 1$) layers and the other film 7 is formed of a plurality of Al_yGa_{1-y}In_{1-z}P ($0 \leq y \leq 1$ and $0 \leq z \leq 1$) layers. The moisture resistance of the element is enhanced and at the same time, the element can obtain a high reflectivity by increasing the number of the reflective films.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

[0006] また、請求項2の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、前記発光層が、複数層あるいは複数層からなる $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_z\text{In}_{1-z}\text{P}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) であることを特徴とする。

[0007] 請求項2の半導体発光素子では、発光層が $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_z\text{In}_{1-z}\text{P}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) であるので、500 nm～680 nm程度で発光する半導体発光素子を構成することができる。

[0008] また、請求項3の半導体発光素子は、請求項1, 2に記載の半導体発光素子において、前記発光層は、より上位に複数層あるいは前記G、A、S基板と同一導電層によって形成される。請求項9の

成されることを特徴とする。請求項7の半導体発光素子では、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_z\text{In}_{1-z}\text{P}$ ($0 \leq x \leq 1$) は耐酸性を考慮して590 nm程度までの発光光波長に対して透明となり得るので、この発光光を有効に取り出すことができる。

[0012] また、請求項8の半導体発光素子は、請求項6に記載の半導体発光素子において、前記電源部を抜去させると層が $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_z\text{In}_{1-z}\text{P}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) によって形成されることを特徴とする。請求項8の半導体発光素子では、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_z\text{In}_{1-z}\text{P}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) は550 nm程度までの発光光に対しても透明となり得るのでこの発光光を有効に取り出すことができる。

[0013] また、請求項9の半導体発光素子は、請求項6に記載の半導体発光素子において、前記電源部を抜去させると層が発光光波長に対して50%以上の透過率の透光性電極によって形成されることを特徴とする。請求項9の

半導体発光素子では、電流を私放させる層を形成する。これによって形成した50%以上の透過率の透過性電極によって形成してあるので半導体材料で電流を私放させる層を形成するが可能である。

[0014]また、請求項1の半導体発光素子は、請求項1乃至9のいずれかに記載の半導体発光素子において、前記G-A_x基板表面が(100)面から[011]面に向あるいは[0-1-1]方向に対して2°以下傾斜することを特徴とする。請求項1の半導体発光素子では、G-A_x基板が(100)面から[011]面に向あるいは[0-1-1]方向に対して2°以下傾斜しているので、発光層に対してG-A_x基板と反側に形成されるAl_xG_{1-x}A_yIn_{1-y}P(0≤y≤1)。

[0015]請求項4の半導体発光素子において、外部出射効率を高くすることは可能となる。また、発光部を小さくすることができますので、光通信用に用いる場合に光ファイバーとの結合効率も高くなることができる。

[0016]また、請求項4の半導体発光素子は、請求項3に記載の半導体発光素子において、前記電流導体構成を形成する層がAl_xG_{1-x}A_y(0≤x≤1)によって形成されることを特徴とする。請求項4の半導体発光素子では、一連の結合成長でG-A_x基板に格子整合

〔0019〕また、固体発光素子において、前記電極端子は、請求項3に記載の半導体発光素子における、前記電極端子を形成する層がAl_xG_{1-x}N_yP(0≤y≤1)である。

～12に示す実施例に基づいて説明する。

温度 80°C、湿度 85% 中で 50 mA の通電試験を実行したところ、1,000 時間経過後で初期光出力の 90% の光出力であった。また、SiO₂膜 1.0 μm により電源遮断が形成されおり、内部量子効率、外部取出効率ともに高く、初期光出力は 20 mW で 1.6 mW と POF を使用して光通信をするのに十分な光出力が得られた。

50 nmになるようにし、この2つのDBR3、7で形成される共振器の共振波長も650 nmになるようと共に共振器長を調整する。本実験例1では共振器長は1.5波長とした。さらに発光面となる量子井戸活性層5の位置は共振器中に生じる定在波の位置にくるようにし、発光ピーク波長は650 nmになるようにする。その後、図3(A)・(B)に示すようにエバー表面にCVD法により $\text{Si}_1\text{O}_{2.1}$ を形成し、フォトリソグラフィー及び希ガスHFによるエッチングにより $70 \mu\text{m} \times 70 \mu\text{m}$ の円形状の電流絶縁部を形成する。

途中の表面面であり、図6(B)は図6(A)のX-³⁰₃₀面の断面図である。この半導体発光素子はAlGa_{1-x}P系のものであり、図6に示すように(100)面から[011]方向あるいは[0-1-1]方向に15°斜したn型のGaAs基板21上にn型のGaAs_xP_{1-x}アーチファランド層22(厚さ1 μm)、n型のAlAs_xP_{1-x}アーチファランド層23(厚さ3.0 μm)、n型のAl_{0.7}Ga_{0.3}As_{0.5}P_{0.5}第1クラッド層24(厚さ0.3 μm)、n型のAl_{0.5}Ga_{0.5}InP、p型アーチファランド層25、p型のAl_{0.5}In_{0.5}P量子井戸活性層26、p型のAl_{0.5}In_{0.5}P第2クラッド層27(厚さ0.6 μm)から構成される。

すながりにより $7.0 \mu\text{m}$ の円形状の電源端子を形成する。すながりによると、 SiO_2 膜 $7.0 \mu\text{m}$ 厚を形成する層と、 GaN/AlN 基板 $6.1 \mu\text{m}$ を約 $28.0 \mu\text{m}$ まで研磨し、この研磨した面上に AuGe/Au により $\mu\text{型電極}7.1$ を形成する。その後、 $\mu\text{型のGaNコントラクト層}6.9 \mu\text{m}$ および SiO_2 膜 $7.0 \mu\text{m}$ により表裏面端子を形成する。すなわち、ITO膜 7.2 が電極を拡散させる層となっている。さらにその上に $\text{Ti}/\text{Au}7.3$ によりボンディング層 7.4 を形成する。

[000291] このようにして得られた半導体発光素子は、2.0 Vまでの動作電圧が電極2と同様であるが、2.0 Vで多層反対側の熱流は電極2との半導体発光素子が2.1 Vであったのに対し、本実施例4の半導体発光素子の2.0 Vでの動作電圧は1.9 Vと0.2 Vの低減ができる。またD型のGaNコントラクト層6/9、ITO層7/22での650 nmの光に対する透過率が約70%であるので光出力は20 mA通電時に1.5 mWであった。且つ0.0000時間延長後で初期光出力の90%の光出力であり耐候性に問題はなかった。

[000301] [発明の効果] 以上明らかのように、請求項1の発明の半導体発光素子は、GaN・AlN基板上に一定の間隔を持つ一組の多層反対側と共接器が形成され、この共接器内の定在部の裏の位置に充電層を有し、半導体発光板に垂直に光を発光する半導体発光素子において、光表面に対してGaN・AlN基板側の多層反対側が積載層のAl_xG_{1-x}As(0≤x≤1)と形成され、光表面に対してGaN・As基板と反対側の多層反対側が積載層のAl_xG_{1-x}As(0≤x≤1)と形成される。若しGaN・As基板側の多層反対側がAl_xG_{1-x}As(0≤x≤1)で形成される場合、GaN・As基板と反対側の多層反対側がAl_yG_{1-y}As(0≤y≤1)で形成されている場合でも、GaN・As基板に格子整合する場合に最も多くAl₁を含む場合でも2.5%程度であり、Al₁-GaN-As(0≤x+y≤1)の場合の50%の1/2である。これにより、耐候性に因して大きさ向上させることができる。Al_yG_{1-y}As(0≤y≤1, 0≤z≤1)で形成されている場合でも、その層厚が2.0~3.0 Åを越えるとGaN・As基板との熱膨張率差により転移が発生しやすくなるが、レンジナントキヤビチャイ型LEDの場合GaN・As基板側の多層反対側はGaN・As基板側の多層反対側よりも層数が必要なく、転移が発生しない。

アーティストとしての定評にさしかかるに至る。

見てい
るが、一方で反対側に底材の材料
を複合化する方法によれば、図1.2
に示すように、表面に光触媒
と光吸収層を複数層構造として
形成すれば、光吸収層の影響で
発光出力が抑制される。

板厚を考慮した結果、板厚41.1mmのPFRは、例2の結果より、 $\eta = 85\%$ となり、 $W_{max} = 0.0000$ 時で、 $W_{min} = 0.0000$ 時である。したがって、初期値は、(A)は、 $W_{min} = 0.0000$ 時であり、(B)は、 $W_{min} = 0.0000$ 時である。

（図例4） 図4-7は本実験の光出射面積とX-Y断面図であり、
（図例4） 図4-7は本実験の光出射面積とX-Y断面図であり、

(DBR) いるのである。この半導体光源は、光強度を実験室で測定するためのものである。

に15°。この0)面から、A-A'、A-B'、A-C'の3方向にA-A'型とB-B'型とC-C'型の3種類の断面を測定する。測定結果は、A-A'型とB-B'型の測定結果をもとに、C-C'型の測定結果を補正して算出する。
測定結果は、A-A'型とB-B'型の測定結果をもとに、C-C'型の測定結果を補正して算出する。

方向である。このG-aの傾きが、(A)が(A')と(A'')をなす角の半分である。このG-aの傾きは、(A)が(A')と(A'')をなす角の半分である。

電流供給回路の構成を図4-9に示す。図4-9に示すように、電源部のA11-A14と、電流供給部のA1-A4と、主回路のP-Aと、逆回路のN-Bと、並列接続された電容器C1-C4によって構成される。電源部のA11-A14は、電流供給部のA1-A4と並列接続され、主回路のP-Aと並列接続される。逆回路のN-Bは、主回路のP-Aと並列接続される。電容器C1-C4は、並列接続された電源部のA11-A14と、並列接続された電流供給部のA1-A4と、並列接続された逆回路のN-Bと並列接続される。

日本語の書類を用いて、日本語の文法を学ぶ

こよつてに示すように、半導体基板上に形成する半導体膜の品質の検査方法である。

にしても、この結果は、アセチル化水素素子の電流密度が、アセチル化水素素子の電流密度よりも、約2倍高いことである。

び、青
シチ、
の型の
の G_1
0.51
0.51
シチ、
中の
0
P型
m)
0及
グス
30.
スペ
ト、
チン
こと
基板
Ge
4を
10
は、
例1
した
は(1
a. A
れ、
のA
の反
性に
で5
過後
期光
れた
備え
実施
を示
光出
作業
発光
導体

[0031]また、請求項2の発明の半導体発光素子において、G_A基板上に一定の距離をもつて1組の多層反転膜で形成される共振器内の定在波の頂の位置に形成する発光層が、半導体基板あるいは複数個からなるAl_xG_{1-x}P_yS_{1-y}T_zS_{1-z}I_wであることによって、500nm～680nm程度で発光する半導体発光素子を行なうことができる。

[0032]また、請求項3の発明の半導体発光素子において、G_A基板上に1層の半導体発光素子において、500nm～680nm程度で発光する半導体基板よりも上に絶縁層あるいはG_A基板と同一導電性の層による電極形状構造を持つことによって、電流注入部による光型の層による電極形状構造を高くすることができ、高い内部量子効率を実現することができる。また発光部上にボンディングパッド用の絶縁層がないため、外部出射効率を高くすることができます。また、発光部を小さくすることができるので、光ファイバ用に用いる場合に光ファイバーとの結合効率も高くすることができる。

これが可能で、また $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($x \leq 1$) は 550 nm 程度まで電界強度を保つことで、発光光を有効に得られる。請求項 6 の発明の半導体発光素子は、この層より上に電流注入層ととなり得るのでこの発光光を有効に得られる。

図 8 に示すように、 GaAs 基板と同一構造の半導体発光素子において、発光層（ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ）は、 $x = 0.5$ の場合、 $\lambda_{\text{peak}} = 590 \text{ nm}$ であるが、 $x = 1.0$ の場合、 $\lambda_{\text{peak}} = 630 \text{ nm}$ となる。これは、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の屈折率が、 $x = 0$ の場合 3.0 であるのにに対し、 $x = 1$ の場合 2.3 であるためである。 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層の屈折率が、 $x = 0$ の場合 3.0 であるのにに対し、 $x = 1$ の場合 2.3 であるためである。

よりも上に絶縁層あるいはGaN基板と同一導電型の層による電流遮断構造を形成し、この層よりも上に形成する電流を遮断させる層がAl_xG_{1-x}In_yT_zP (0 < x < 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1)によって形成されることによつて、Al_xG_{1-x}In_yT_zP (0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1)は550 nm程度までの発光光に対しても透過となり得るので、この発光光を有効に取り出すことができる。
【0-0-3-8】また、請求項9の基別の半導体発光素子は、請求項6に記載の半導体発光素子において、発光層よりも上に絶縁層あるいはGaN基板と同一導電型の層による電流遮断構造を形成し、この層よりも上に形成する電流を遮断させる層が発光光に対して50%以上の透過率の透過率の透過率の透過率の透過率の透過率によって形成されることによって、半導体材料で電流を遮断させる層を透過性電極によって形成しているので、半導体材料で電流を遮断させる層を形成した場合よりも均一に発光させることができ、低い動作電圧を実現することが可能である。

[図面の簡単な説明] 第1実施例による半導体発光素子の裏面及びそのX-Y断面図である。図1(A)は、構成要素を示す断面図で、(1)基板、(2)多層反射膜、(3)活性層、(4)保護層、(5)電極である。図1(B)は、構成要素を示す裏面図で、(1)基板、(2)多層反射膜、(3)活性層、(4)保護層、(5)電極である。図1(A)と図1(B)の構成要素は、(1)基板、(2)多層反射膜、(3)活性層、(4)保護層、(5)電極である。

【図2】図1の半導体発光素子の製造工程途中の断面図である。

【図3】図3(A)及び図3(B)はそれぞれ、図1の半導体発光素子の製造工程途中の表面図及びそのX-Y断面図である。

【図4】図4(A)及び図4(B)はそれぞれ、本発明の第2実施例による半導体発光素子の表面図及びそのX-Y断面図である。

【図5】図4の半導体発光素子の製造工程途中の断面図である。

図7は半導体硫化光素子の製造工程途中の表面図及びそのX-Y断面図である。図7(A)及び図7(B)はそれぞれ、本発明第3実施例による半導体硫化光素子の表面図及びそのX-Y断面図である。

図8は半導体硫化光素子の製造工程を示す断面図である。図9(A)及び図9(B)はそれぞれ、図7の半導体硫化光素子の製造工程を示す表面図及びそのX-Y断面図である。

よりも上に絶縁層あるいはGaN基板と同一導電型の層による電流挿入構造を形成し、この層よりも上に形成する電流を拡散させる層がAl_xG_{1-x}N_yIn_{1-y}P(0 < x < 1, 0 < y < 1)によって形成されることによつて、Al_xG_{1-x}N_yIn_{1-y}P(0 < x < 1, 0 < y < 1)は55 nm程度までの発光光に対して透明となり得るので、この発光光を有効に取り出すことがができる。

[003-8]また、請求項9の発明の半導体発光素子は、請求項6に記載の半導体発光素子において、発光層よりも上に絶縁層あるいはGaN基板と同一導電型の層による電流挿入構造を形成し、この層よりも上に形成する電流を拡散させる層が発光光に対して50%以上の透過率の透過率の透過率によって形成されることによつて、電流を拡散させる層を透過性電極によって形成しているので、半導体材料で電流を拡散させる層を形成した場合よりもより一に発光させることができ、低い動作電圧を実現することが可能である。

[図面] 図1 (A) 及び図1 (B) はそれぞれ、本発明の第1実験例による半導体発光素子の表面図及びそのX-Y断面図である。図1 (A) は、請求項1の半導体発光素子において、GaN 基板表面が (100) 面から [011] 方向へ5度傾いた状態で示す。図1 (B) は、請求項1の半導体発光素子において、GaN 基板表面が (100) 面から [011] 方向へ5度傾いた状態で示す。図1 (A) 及び図1 (B) は、基板表面に対する各反射面の反射率を示す。図1 (A) の反射率分布は、(0-1-1) 面と (1-1-1) 面の反射率が最も高く、約80%である。図1 (B) の反射率分布は、(0-1-1) 面と (1-1-1) 面の反射率が最も高く、約80%である。図1 (A) 及び図1 (B) は、基板表面に対する各反射面の反射率を示す。

[図2] 図1の半導体発光素子の製造工程途中の断面図である。
[図3] 図3 (A) 及び図3 (B) はそれぞれ、図1の半導体発光素子の製造工程途中の表面層及びそのX-Y断面図である。
[図4] 図4 (A) 及び図4 (B) はそれぞれ、本発明の第2実施例による半導体発光素子の表面層及びそのX-Y断面図である。
[図6] 図6 (A) 及び図6 (B) はまた、図1の半導体発光素子の製造工程途中の断面図である。

図7 (A) 及び図7 (B) はそれぞれ、本報明示3等級による半導体光素子の表面図及びそのX-Y断面図である。
図8 1 図7の半導体光素子の製造工程を示す断面図である。
図9 (A) 及び図9 (B) はそれぞれ、図7の半導体光素子の製造工程を示す表面図及びそのX-Y断面図である。

(8)

6, 46, 66...p - (A10
 クラップ層、7, 27, 47,
 PxDBR, 8, 68...p -
 10.5P中間層, 9, 69...p -
 層, 10, 70...SiO₂膜
 實體, 1, 2, 34, 54, 71
 (A10.2Gaa.8) 0.51n₀p
 層, 29...n-GaAs電流
 電流共存層、51...n-GaA
 -AlGaInP第2電流注入層、6
 -AlGaInP第1電流注入層、6

四二

[図6]

A diagram illustrating a particle in a two-dimensional square well potential. The potential is represented by a large square with a horizontal axis labeled x and a vertical axis labeled y . Inside the square, there is a smaller circle representing the particle. A vector arrow originates from the center of the circle and points towards the top-left corner of the square, indicating the direction of the particle's motion or the field it experiences.

四

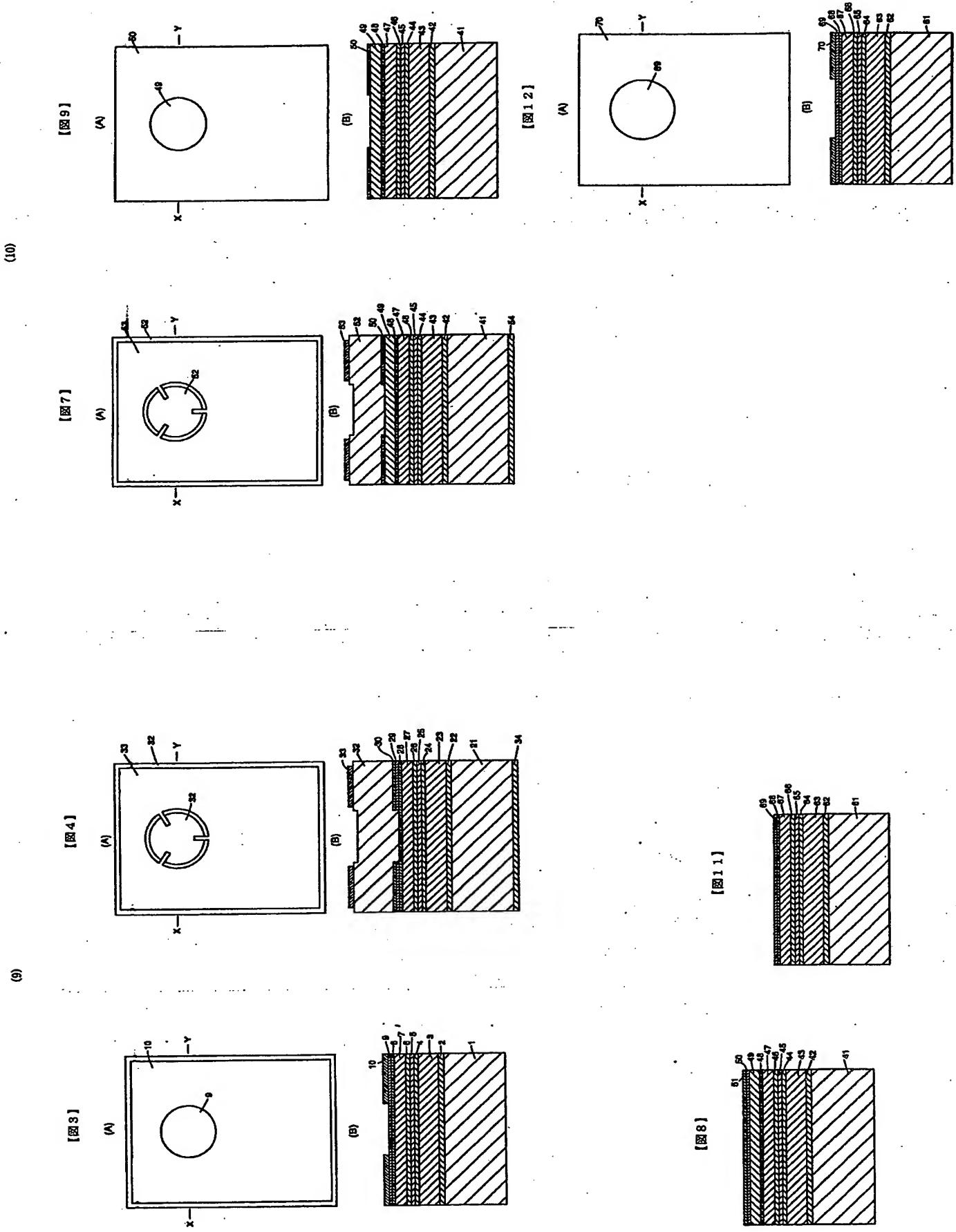
51

A decorative vertical border on the right side of the page, consisting of a series of parallel diagonal lines forming a hatched or striped effect.

M

39
1
25

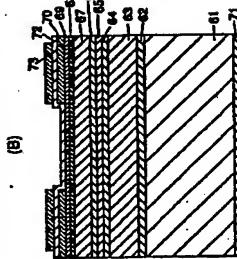
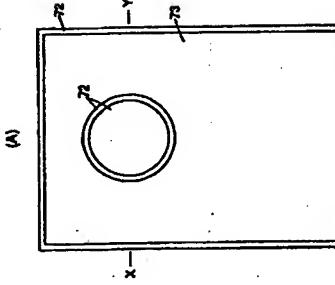
100



ପ୍ରକାଶକ ପତ୍ର

(1)

[图101]



フロントページの構造

(72) 素明者 中津 弘志 大阪府大阪市阿倍野区長池町72番22号 ヤーフ株式会社内	Fターク(参考) 57041 AA02 CA04 CA12 CA23 CA34 CA35 CA36 CA74 CA82 CA92 CA93 CA92 FF01 FF14	57041 AA02 CA04 CA12 CA23 CA34 CA35 CA36 CA74 CA82 CA92 CA93 CA92 FF01 FF14
(72) 素明者 村上 哲朗 大阪府大阪市阿倍野区長池町72番22号 ヤーフ株式会社内	57073 AA03 AB17 BA02 BA09 CA14 CB02 CB22 DA21 EA06 EA07 EA14 EA29	57073 AA03 AB17 BA02 BA09 CA14 CB02 CB22 DA21 EA06 EA07 EA14 EA29